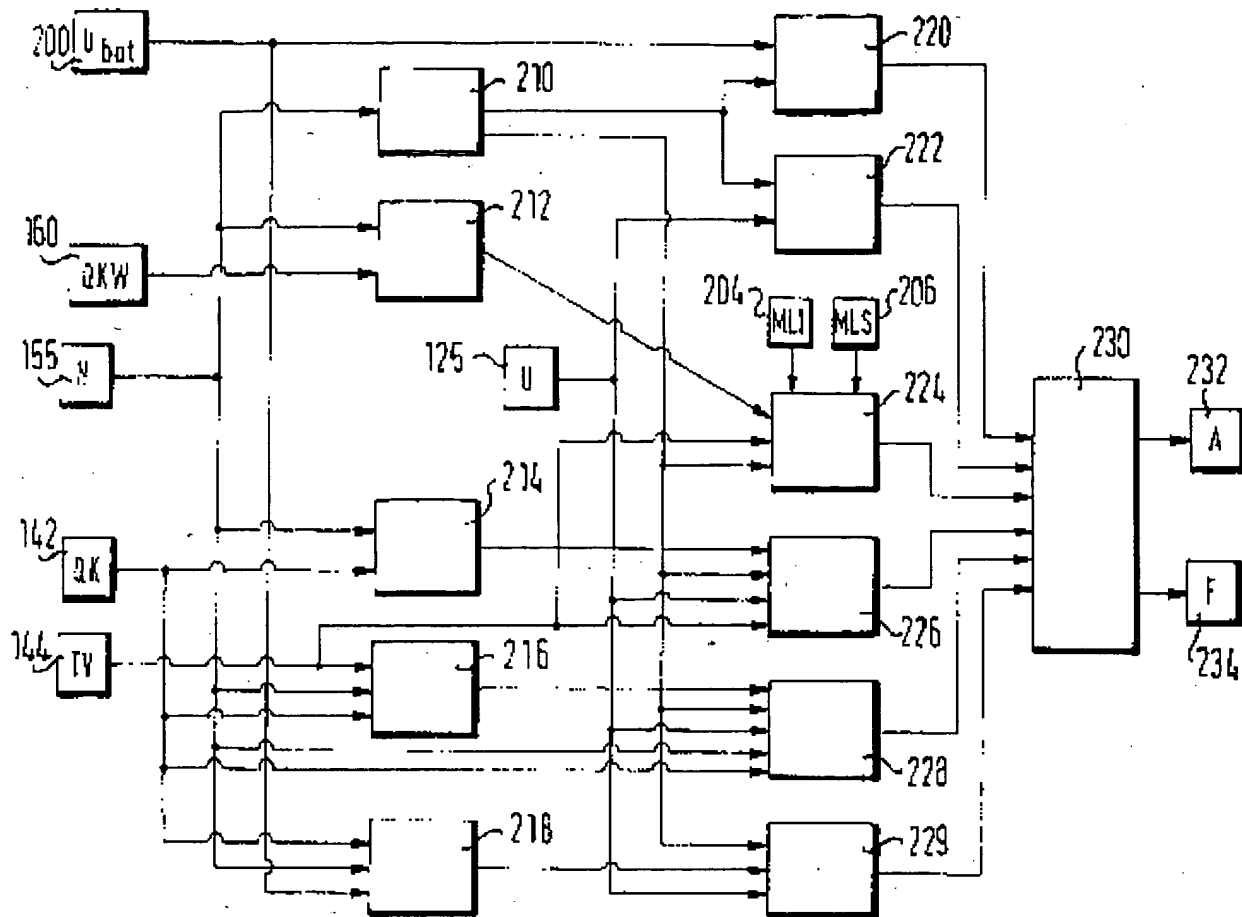


AN: PAT 1994-201652
TI: Monitoring of combustion engine controller with pref. fuzzy logic involves threshold comparison of deviations of detector outputs from expected values predetermined in partic. operating conditions
PN: EP603543-A1
PD: 29.06.1994
AB: Detectors are provided for battery voltage (200), starting (210), idling (212), engine braking (214), stalling (216) and cold blowing (218). Their outputs are supplied to a battery tester (220), a heating tester (222), an exhaust gas recycling tester (224), probe dynamics and characteristics testers (226, 228) and another heating tester (229) for normal operation. The starting detector responds to engine speeds (155) above about 800 rev/min. Idling is detected at about that speed with the accelerator pedal undepressed. Exhaust recycling is checked with actual and desired air intake quantities (204,206). Faults are detected (232) and diagnosed (234).; Static and dynamic behaviour of the sensor output can be monitored comprehensively and esp. a defect in the lambda probe (125) detected before complete failure.
PA: (BOSC) BOSCH GMBH ROBERT;
IN: BIRK M; ENGEL G; PAULE J; RUPP P;
FA: EP603543-A1 29.06.1994; DE59308112-G 12.03.1998;
DE4243493-A1 23.06.1994; EP603543-B1 04.02.1998;
CO: DE; EP; FR; GB; IT;
DR: DE; FR; GB; IT;
IC: F02D-041/14; F02D-041/22; G01M-015/00;
MC: T01-J16B; X22-A03F1;
DC: Q52; T01; X22;
FN: 1994201652.gif
PR: **DE4243493** 22.12.1992;
FP: 23.06.1994
UP: 12.03.1998

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①⑫ Offenlegungsschrift
①⑩ DE 42 43 493 A 1

⑤① Int. Cl.⁵:
F02 D 41/22
G 01 M 15/00

②① Aktenzeichen: P 42 43 493.9
②② Anmeldetag: 22. 12. 92
④③ Offenlegungstag: 23. 6. 94

DE 42 43 493 A 1

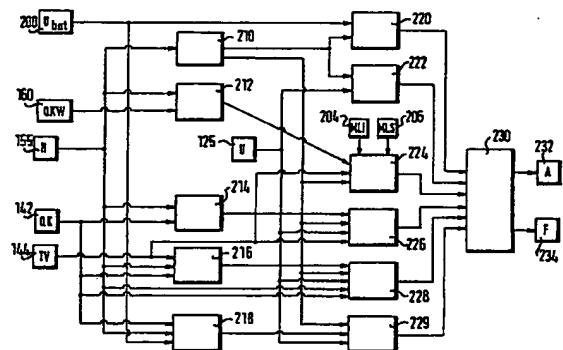
⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Engel, Gerhard, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE; Birk,
Manfred, Dipl.-Ing., 7141 Oberriexingen, DE; Rupp,
Peter, Dipl.-Ing., 7148 Remseck, DE; Paule, Juergen,
7333 Ebersbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung einer Steuereinrichtung

⑤⑦ Es wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung einer Steuereinrichtung einer Brennkraftmaschine beschrieben. Hierbei wird ein gemessener Wert mit einem erwarteten Wert verglichen. Die erwarteten Werte werden in bestimmten Betriebszuständen abhängig von wenigstens einer Betriebskenngröße vorgegeben wird. Ein Fehler wird erkannt, wenn der gemessene Wert um mehr als ein Schwellwert von dem erwarteten Wert abweicht.



DE 42 43 493 A 1

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung einer Steuereinrichtung einer Brennkraftmaschine gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

Ein solches Verfahren und eine solche Vorrichtung zur Überwachung einer Steuereinrichtung einer Brennkraftmaschine ist aus der DE-OS 28 05 876 (US-A 4 292 658) bekannt. Dort wird ein Verfahren und eine Vorrichtung beschrieben, bei dem überprüft wird, ob eine Stellgröße für ein Stellwerk einen festen unteren und/oder festen einen oberen Grenzwert übersteigt.

Bei einer solchen Vorgehensweise werden Sensoren nur auf Überschreiten eines vorgegebenen Signalsbereichs überwacht. Fehler werden nur dann erkannt, wenn der Signalbereich verlassen wird. Mit dieser Vorgehensweise können nur sehr schwerwiegende Fehler, wie beispielsweise eine Unterbrechung einer Leitung, erkannt werden. Geringfügige stationäre und/oder dynamische Abweichungen der Signale von den exakten Werten können hier nicht erkannt werden.

Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Überwachung einer Steuereinrichtung einer Brennkraftmaschine der eingangsgenannten Art eine Möglichkeit aufzuzeigen mit der die Steuereinrichtung im laufenden Betrieb dahingehend überwacht werden kann, ob alle Elemente insbesondere die Steller und Sensoren ordnungsgemäß arbeiten. Als besonders kritisch ist die Lambdasonde anzusehen. Bei einem Defekt der Lambdasonde ergeben sich erhöhte Abgasemissionen. Ein Defekt bzw. ein Fehler der Lambdasonde sollte bereits vor dem völligen Ausfall der Sonde erkannt werden.

Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Merkmale gelöst.

Vorteile der Erfindung

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Vorrichtung ist es möglich alle Elemente insbesondere die Steller und Sensoren dahingehend zu überwachen, ob sie ordnungsgemäß arbeiten. Insbesondere kann ein Defekt der Lambdasonde bereits vor dem völligen Ausfall der Sonde erkannt werden.

Zusätzliche Sensoren, die neben den zur Steuerung der Brennkraftmaschine verwendeten, sind nicht erforderlich.

Mit der erfindungsgemäßen Vorgehensweise insbesondere bei Einsatz einer Fuzzy-Logik ist es möglich das Ausgangssignal des Sensors auf seine stationäre und dynamische Funktionsfähigkeit zu überwachen.

Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein grob schematisch ein System zur Steuerung

einer Brennkraftmaschine, Fig. 2 eine Überwachungseinrichtung, Fig. 3 eine Überwachungseinrichtung im Detail, Fig. 4 eine weitere Überwachungseinrichtung im Detail und Fig. 5 die Zugehörigkeitsfunktionen einer Fuzzy-Logik.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt grob schematisch ein System zur Steuerung einer Brennkraftmaschine. Bei diesem Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine Dieselmotorkraftmaschine. Das Verfahren und die Vorrichtung ist aber auch prinzipiell bei einer fremdgezündeten Brennkraftmaschine einsetzbar.

Eine Brennkraftmaschine 100 erhält über eine Frischluftleitung 105 Frischluft zugeführt. Das Abgas wird über eine Abgasleitung 110 abgeleitet. In der Abgasleitung 110 ist eine Lambdasonde 125 angeordnet. Über ein Abgasrückführventil 138 stehen die Abgasleitung 110 und die Frischluftleitung 105 in Verbindung.

Desweiteren ist ein elektronisches Steuergerät 14 vorgesehen. Dieses umfaßt unter anderem eine Mengensteuerung 142 und eine Abgasrückführsteuerung 144. Die Mengensteuerung 142 beaufschlagt eine Einspritzpumpe 145 mit einem Signal QK, die abhängig von diesem Signal QK der Brennkraftmaschine eine definierte Kraftstoffmenge zumißt. Die Abgasrückführsteuerung 144 steht mit einem elektropneumatischen Wandler 150 in Verbindung. Dieser elektropneumatische Wandler 150 betätigt das Abgasrückführventil 138.

Die Lambdasonde 125 liefert ein Signal U an die Mengensteuerung 142 sowie die an die Abgasrückführsteuerung 144. Dieses Signal ist in erster Näherung proportional zur Sauerstoffkonzentration im Abgas. Das elektronische Steuergerät 140 steht ferner mit verschiedenen Sensoren 155 zur Erfassung der Drehzahl und 160 zur Erfassung des Fahrerwunsches QKW in Verbindung.

Diese Einrichtung arbeitet nun wie folgt. Über das Abgasrückführventil 138 kann die Zusammensetzung, der der Brennkraftmaschine zugeführten Luft, beeinflusst werden. Die Abgasrückführsteuerung 144 gibt hierzu ein Signal TV mit einem entsprechenden Tastverhältnis an den elektropneumatischen Wandler 150. Bei einem großen Tastverhältnis öffnet das Abgasrückführventil 138 und es ergibt sich eine große Abgasrückführrate. Entsprechend ergibt sich bei einem kleinen Tastverhältnis eine kleine Abgasrückführrate.

Die Einspritzpumpe 145 führt der Brennkraftmaschine 100, die für die Verbrennung notwendige, Kraftstoffmenge zu. Die Ansteuersignale QK für die Einspritzpumpe 145 und das Tastverhältnis TV für den elektropneumatischen Wandler 150 werden von dem elektronischen Steuergerät 140 vorgegeben. Hierzu wertet das elektronische Steuergerät 140 verschiedene Signale aus. Dies sind zum einen ein Drehzahlsignal N des Drehzahlsensors 155 sowie ein Lastsignal QKW, das in Form der Fahrpedalstellung von dem Sensor 160 erfaßt wird. Ferner gelangt das Ausgangssignal der Lambdasonde 125 sowohl zur Mengensteuerung 142 als auch zur Abgasrückführsteuerung 144. Die Lambdasonde 125 ist so ausgestaltet, daß sie ein der Sauerstoffkonzentration im Abgas proportionales Ausgangssignal liefert. Dies bedeutet es bestimmte eine definierte Beziehung zwischen der Sauerstoffkonzentration im Abgas und dem Ausgangssignal U der Lambdasonde.

Im folgenden soll nun ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung dieser Steuereinheit insbesondere

dere der Lambdasonde beschrieben werden. Besonders vorteilhaft ist hierbei, daß keine zusätzlichen Sensoren benötigt werden. In Fig. 2 ist schematisch eine solche Überwachungseinrichtung dargestellt. Signale bzw. Sensoren, die bereits in Fig. 1 beschrieben wurden, sind mit entsprechenden Bezugszeichen gekennzeichnet.

Ein Spannungserfassungsmittel 200 erfaßt die Batteriespannung U_{bat} . Verschiedene Mittel sind vorgesehen, die bestimmte Betriebszustände erkennen. So ist eine Starterkennung 210, eine Leerlauferkennung 212, eine Schuberkennung 214, eine Stationärererkennung 216 sowie eine Kaltblaserkennung 218 vorgesehen. Die Starterkennung 210 wertet das Ausgangssignal des Drehzahlsensors 155 aus.

Der Leerlauferkennung 212 werden das Drehzahl-signal N sowie das Fahrerwunschsinal QKW des Fahrpedalstellungsgebers 160 zugeführt. Zur Schuberkennung 214 gelangt das Mengensignal QK der Mengensteuerung 142 sowie das Drehzahl-signal N des Drehzahlsensors 155. Die Stationärererkennung 216 wertet das Tastverhältnis TV der Abgasrückführsteuerung 144, das Drehzahl-signal N sowie das Mengensignal QK der Mengensteuerung 142 aus. Die Kaltblaserkennung 218 wertet die Batteriespannung U_{bat} , die Drehzahl N und das Mengensignal QK aus.

Diese Mittel zur Erkennung der Betriebszustände stehen wiederum mit verschiedenen Testeinrichtungen in Verbindung. Die Starterkennung 210 beaufschlagt ein Batterie-Tester 220 sowie einen Heizungs-Tester 222 mit dem Startsignal. Desweiteren beaufschlagt die Starterkennung 210 einen Abgasrückführregler-Tester 224, einen Sondendynamik-Tester 226, einen Sondenken-nlinien-Tester 228 sowie einen zweiten Heizungs-Tester 229 mit einem Signal, das den Normalbetrieb außerhalb des Startfalls kennzeichnet.

Die Leerlauferkennung 212 beaufschlagt den Abgasrückführregler-Tester 224 mit einem Signal. Dieses Signal zeigt den Betriebszustand Leerlauf an. Die Schuberkennung 214 beaufschlagt einen Sondendynamik-Tester 226 mit einem Signal. Dieses Signal zeigt den Betriebszustand Schubetrieb an. Die Stationärererkennung 216 beaufschlagt einen Sondenken-nlinien-Tester 228 mit einem Signal. Dieses Signal zeigt einen stationären Betriebszustand an. Die Kaltblaserkennung 218 beaufschlagt einen zweiten Heizungs-Tester 229 mit einem Signal. Ein Batterie-Tester 220 verarbeitet desweiteren ein Signal bezüglich der Batteriespannung U_{bat} .

Dem Heizungs-Tester 222 wird ferner das Ausgangssignal U der Lambdasonde 125 zugeleitet.

Dem Abgasrückführregler-Tester 224 werden ferner das Ausgangssignal TV der Abgasrückführsteuerung 144, ein Signal MLI bezüglich des Istwertes der angesaugten Luftmasse sowie ein Signal MLS bezüglich des Sollwertes der angesaugten Luftmasse zugeführt. Das Signal MLI bezüglich des Istwertes entstammt dem Block 204. Das Signal MLS entstammt dem Block 206. Diese Blöcke sind ein Bestandteil der Steuereinrichtung 140.

Der Sondendynamik-Tester 226 wertet das Ausgangssignal U der Lambdasonde 125 sowie das Tastverhältnis TV der Abgasrückführsteuerung 144 aus. Der Sondenken-nlinien-Tester 228 wertet das Ausgangssignal U der Lambdasonde 125, das Drehzahl-signal N und das Mengensignal QK der Mengensteuerung 142 aus. Dem zweiten Heizungs-Tester 229 wird desweiteren das Ausgangssignal U der Lambdasonde 125 zugeleitet.

Die Ausgangssignale der Tester 220, 222, 224, 226, 228 und 229 gelangen zu einer Fehlererkennung. Diese Fehler-

erkennung 230 stellt zwei Signale zur Verfügung.

Die Tester sind vorzugsweise ebenfalls als Fuzzy-Logik realisiert. Neben der Realisierung als Fuzzy-Logik können aber auch Beobachter bzw. entsprechende Kennfelder oder eine Logikeinheit vorgesehen sein. Die Kennfelder bzw. die Logikeinheiten können mit diskreten Bauelementen bzw. als einzelne Programmschritte eines Mikrorechners realisiert werden.

In der Fig. 2 sind nur die wesentlichsten Signale dargestellt. Die Erkennungen und die Tester können auch noch weitere Signale auswerten, wenn entsprechende Sensoren bzw. die entsprechenden Signale zur Verfügung stehen.

Diese Einrichtung arbeitet nun wie folgt. Die Mittel zur Erkennung der verschiedenen Betriebszustände erkennen verschiedene Betriebszustände und geben entsprechende Signale an die Tester ab.

Die Starterkennung 210 wertet das Drehzahl-signal N aus. Liegt das Drehzahl-signal unter einer vorgegebenen Schwelle, die im Bereich von ca. 800 Umdrehungen pro Minute liegt, so gibt sie ein Signal ab, das den Startvorgang kennzeichnet. Wird diese Schwelle überschritten, so gibt sie nach einer vorgegebenen Zeit von wenigen Sekunden ein Signal, das den Betrieb der Brennkraftmaschine außerhalb des Starts anzeigt, ab.

Die Leerlauferkennung 212 erkennt anhand der Drehzahl und des Fahrerwunsches, ob der Betriebszustand Leerlauf vorliegt. Der Betriebszustand Leerlauf liegt beispielsweise vor, wenn die Drehzahl im Bereich der Leerlaufdrehzahl von ca. 800 Umdrehungen pro Minute liegt und das Fahrpedal nicht betätigt ist.

Die Stationärererkennung 216 erkennt einen stationären Betriebszustand, wenn die Änderungsrate der über-wachten Signale vorgegebene Grenzwerte nicht übersteigt. So wird beispielsweise überprüft, ob die Ableitung des Tastverhältnisses TV, der Drehzahl N und/oder des Mengensignals QK eine vorgegebene Schwelle übersteigt, bzw. ob diese Signale innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls sich um mehr als einen vorgegebenen Betrag ändern. Liegt die Änderung der ausgewerteten Signale unterhalb bestimmter Schwellwerte wird ein stationärer Betriebszustand erkannt und ein entsprechendes Signal ausgegeben.

In bestimmten Betriebszuständen, die unter anderem von der Batteriespannung der Drehzahl und der eingespritzten Kraftstoffmenge QK abhängen, kann der Fall eintreten, daß die Abgastemperatur im Bereich der Lambdasonde 125 kleiner ist als die Betriebstemperatur der beheizten Lambdasonde. Dies führt dazu, daß die Lambdasonde durch den Abgasstrom gekühlt wird. Dieser Betriebszustand wird durch die Kaltblaserkennung 218 erkannt.

Die Erkennungen sind vorzugsweise als Logikeinheiten realisiert. Insbesondere bei der Stationärererkennung 216 ist es vorteilhaft, wenn diese als Fuzzy-Logik realisiert ist.

Erhält der Batterie-Tester 220 ein Signal von der Starterkennung 210, daß ein Startfall vorliegt, wird der Verlauf der Batteriespannung U_{bat} beobachtet. Weicht die Batteriespannung von dem vorgesehenen Verlauf ab, so erzeugt der Batterie-Tester 220 ein entsprechendes Fehlersignal.

Im Startfall bei dem das Startsignal der Starterkennung 210 vorliegt, überprüft der Heizungs-Tester 222, ob das Ausgangssignal U der Lambdasonde 125 den erwarteten Werten bzw. dem erwarteten Zeitlichen Verlauf der Werte entspricht.

Durch Auswertung des Sollwertes MLS, des Istwer-

tes MLI für die angesaugte Luftmasse und des Tastverhältnisses TV der Abgasrückführsteuerung 144 überprüft der Abgasrückführregelungs-Tester 224, ob die Steller und Regler der Abgasrückführregelung ordnungsgemäß arbeiten. Diese Überprüfung erfolgt vorzugsweise im Leerlauf.

Üblicherweise wird die Lambdasonde beheizt. Dabei wird die Temperatur der Lambdasonde auf einen bestimmten Temperaturwert geregelt. Im Normalbetrieb und wenn die Kaltblaserkennung 218 einen Betriebszustand erkennt, in dem die Abgastemperatur kleiner ist als der Temperaturwert auf den die Lambdasonde geregelt wird, überprüft der zweite Heizungs-Tester 229, ob ein entsprechendes Ausgangssignal U der Lambdasonde 125 vorliegt. Somit kann die korrekte Funktion der Heizung überprüft werden.

Das Signal A der Fehlererkennung 230 gibt lediglich an, daß ein Fehler vorliegt. Mit dem zweiten Signal F wird dieses Fehlersignal der fehlerhaften Einrichtung zugeordnet. Die Signale A und F werden entsprechenden Blöcken 232 und 234 zugeleitet, die diese Signale weiter verarbeiten. So kann beispielsweise vorgesehen sein, daß abhängig vom Signal F eine entsprechende Kontrolleuchte aktiviert bzw. ein Speicherbit gesetzt wird, welches bei der Diagnose im Rahmen des Kundendienstes ausgewertet wird.

Anhand der Fig. 3 wird nun die Arbeitsweise der Tester am Beispiel des Sondenkenlinien-Testers 228 näher beschrieben. Bereits beschriebene Signale und Blöcke sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet und werden hier nicht erneut beschrieben.

Das Signal der Starterkennung 210, das den Betrieb außerhalb des Starts anzeigt, und das Ausgangssignal der Stationärererkennung 218 werden in einem UND-Gatter 300 logisch verknüpft. Das Ausgangssignal des UND-Gatters 300 gelangt zu einer Schwellwertabfrage 330. Das Drehzahlssignal N gelangt über einen ersten Signalformer 302 zu einem Beobachter 310. Das Mengensignal QK gelangt über einen zweiten Signalformer 304 ebenfalls zu dem Beobachter 310. Das Ausgangssignal U der Lambdasonde 125 gelangt über einen dritten Signalformer 306 zu einem Additionspunkt 315, der dieses Signal mit dem Ausgangssignal des Beobachters 310 verknüpft. Dieses verknüpfte Signal gelangt dann über einen Absolutwertbildner 320 zu der Schwellwertabfrage 330. Am Ausgang dieser Schwellwertabfrage steht dann das Ausgangssignal des Testers zur Verfügung. Dieses gelangt dann zur Fehlererkennung 230. Die Signalformer 302, 304 und 306 sind vorzugsweise als PT1-Glieder realisiert.

Diese Einrichtung arbeitet nun wie folgt. Ausgehend von dem Drehzahlssignal N und dem Mengensignal QK bestimmt der Beobachter 310 einen zu erwartenden Wert UE für das Ausgangssignal der Lambdasonde 125. Dieser erwartete Wert UE wird im Additionspunkt 315 mit dem gemessenen Wert U verglichen. Ausgehend von diesem Vergleichsergebnis berechnet der Absolutwertermittler 320 den Absolutwert X. Dieser Absolutwert wird dann in der Schwellwertabfrage mit einem Schwellwert K verglichen. Ist der Absolutbetrag der Abweichung zwischen dem erwarteten und dem erfaßten Wert für das Lambdasondensignal größer als der Schwellwert K, so gibt die Schwellwertabfrage ein entsprechendes Fehlersignal an die Fehlererkennung 230.

Die Schwellwertabfrage 330 führt die Überprüfung nur dann durch, wenn von dem UND-Gatter 300 ein entsprechendes Signal vorliegt. Dieses Signal liegt vor, wenn sich die Brennkraftmaschine in einem stationären

Betriebszustand außerhalb des Starts befindet. Dies bedeutet, daß Stationärererkennung 216 bzw. die Starterkennung 210 ein entsprechendes Signal an das UND-Gatter liefern. Die Überprüfung erfolgt nur außerhalb des Startvorganges, wenn stationäre Betriebszustände vorliegen.

In stationären Betriebszuständen bestimmt der Beobachter 310 ausgehend von dem Drehzahlssignal (N) und einem die eingespritzte Kraftstoffmenge angegebenden Signal (QK) ein erwarteter Wert (UE) für das Ausgangssignal der Lambdasonde. Die Schwellwertabfrage 330 erkennt einen Fehler, wenn der erwartete Wert (UE) für das Ausgangssignal der Lambdasonde um mehr als ein Schwellwert (K) von dem gemessenen Ausgangssignal der Lambdasonde abweicht.

In stationären Betriebszuständen wird überprüft, ob das Ausgangssignal der Lambdasonde, bestimmte erwartete Werte UE annimmt. Hier wird die stationäre Genauigkeit der Lambdasonde überprüft. Durch diese Vorgehensweise kann ein Defekt der Lambdasonde erkannt werden, der nicht zu unzulässig hohen bzw. niedrigen Werten führt, die mittels einer Abfrage auf fest vorgebbare Schwellwerte erkannt werden.

In Fig. 4 ist als weiteres Beispiel der SONDENDYNAMIK-Tester 226 detaillierter dargestellt. Ein UND-Gatter 400 verknüpft die Ausgangssignale der Schuberkennung 214 und der Starterkennung 210. Das Ausgangssignal dieses UND-Gatters 400 gelangt zu einer ersten Schwellwertabfrage 410, zu einem ersten Zeitglied 450 und zu einem zweiten Zeitglied 420. Der Schwellwertabfrage 410 wird desweiteren das Ausgangssignal U der Lambdasonde 125 zugeführt.

Das Ausgangssignal des zweiten Zeitglieds 420 gelangt zu einer Tastverhältnisvorgabe 430, an deren Eingang das Tastverhältnis TV der Abgasrückführsteuerung 144 anliegt. Das Ausgangssignal der Tastverhältnisvorgabe 430 sowie das Ausgangssignal T der Schwellwerterfassung gelangt zu dem Beobachter 440. Dessen Ausgangssignal wiederum gelangt über eine zweite Schwellwertabfrage 460 zu der Fehlererkennung 230.

Das Ausgangssignal des UND-Gatters 400 gelangt über das erste Zeitglied 450 und den Inverter 452 zu einem weiteren UND-Gatter 454 sowie direkt zu dem weiteren UND-Gatter 454. Das weitere UND-Gatter 454 beaufschlagt wiederum die Schwellwertabfrage 460 mit einem entsprechenden Signal, dahingehend, daß die Schwellwertabfrage nur dann erfolgt, wenn am UND-Gatter 454 ein entsprechendes Signal anliegt.

Diese Einrichtung arbeitet nun wie folgt. Das UND-Gatter 400 erkennt, ob im Normalbetrieb außerhalb des Starts ein Schubbetrieb vorliegt. Die Schwellwertabfrage 410 ermittelt die Zeit T, innerhalb der nach Auftreten des Schubbetriebs das Ausgangssignal U der Lambdasonde eine vorgegebene Schwelle über- bzw. unterschreitet. Diese Zeitdauer T wird dann dem Beobachter 440 zugeführt. Gleichzeitig stellt das zweite Zeitglied 424 sicher, daß das Tastverhältnis TV zum Zeitpunkt des Erkennens des Schubbetriebs für eine bestimmte Zeitdauer konstant gehalten wird. Am Ausgang der Tastverhältnisvorgabe 430 liegt für die bestimmte Zeitdauer das Ausgangssignal an, das zu Beginn des Schubsignals am Ausgang der Abgasrückführsteuerung 144 angelegen hat.

Ausgehend von der Zeitdauer T, innerhalb der das Ausgangssignal U der Lambdasonde über den Schwellwert angestiegen ist und dem Tastverhältnis TV zu Beginn des Schubbetriebs erkennt der Beobachter 440, ob

ein Fehlerfall vorliegt. Liegt dieses Signal außerhalb eines vorgegebenen Schwellwerts TS, so wird ein Fehler-signal an die Fehlererkennung 230 übermittelt.

Das erste Zeitglied in Verbindung mit dem Inverter 452 und dem UND-Gatter 454 gewährleistet, daß bei Verlassen des Schubbetriebs der Überprüfungvorgang nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitspanne TM erfolgt. Die Schwellwertabfrage 460 erfolgt nach Ablauf der Zeitspanne TM nach Beginn des Schubbetriebs. Vorzugsweise werden die vorgegebene Zeitspanne TM und die bestimmte Zeitdauer, für die die Tastverhältnis-vorgabe einen konstanten Wert vorhält, gleich gewählt. Die Zeitspanne TM ist so gewählt, daß sie der größten möglichen Zeitdauer TS entspricht. Liegt innerhalb dieser Zeitspanne TM keine gemessene Zeit T am Eingang des Beobachters 440, so wird auf Fehler erkannt.

Dieser Vorgehensweise liegt der Gedanke zugrunde, daß im Schubbetrieb keine Kraftstoffmenge eingespritzt wird, und daher innerhalb einer gewissen Zeit das Ausgangssignal der Lambdasonde 125 den maximal möglichen Sauerstoffgehalt anzeigt. Wird dieses Ausgangssignal, das dem maximalen Sauerstoffgehalt entspricht, nicht innerhalb einer bestimmten Zeitdauer TS erreicht, so muß von einem Fehler insbesondere im Bereich der Lambdasonde ausgegangen werden. Der Beobachter vergleicht die erwartete Anstiegszeit mit der gemessenen Zeit T, innerhalb der das Ausgangssignal der Lambdasonde 125 über den Schwellwert angestiegen ist. Die erwartete Anstiegszeit gibt der Beobachter abhängig von dem Tastverhältnis TV der Abgasrück-führsteuerung 144 vor.

Mit dieser Vorgehensweise kann die Dynamik der Lambdasonde überprüft werden. Insbesondere wird ein Fehler erkannt, wenn dieser Anstieg des Signals nicht innerhalb einer vorgegebenen Zeit, also zu langsam oder zu schnell, erfolgt.

Mit dieser besonderen Ausgestaltung der Erfindung mittels eines Beobachters ist es möglich, diese Einrichtung und insbesondere den Lambdasensor auch dann zu überwachen und Fehler zu erkennen, wenn das Ausgangssignal innerhalb einer vorgebbaren Zeit TS nicht vorgegebene Schwellwerte unter- bzw. überschreitet.

Für den Beobachter 310 bzw. 410 gibt es verschiedene Arten der Realisierung. So kann der Beobachter 310 bzw. 410 im einfachsten Fall als Kennfeld realisiert werden, indem abhängig von Drehzahl N und der Kraftstoffmenge QK der erwartete Wert UE für das Ausgangssignal der Lambdasonde 125 abgelegt ist. Desweiteren ist es möglich, diese Beobachter als entsprechende Logikeinheit zu realisieren. Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung ergibt sich, wenn der Beobachter als Fuzzy-Logik realisiert wird.

In der jeweiligen Fuzzy-Logik werden die auszuwertenden Signale bestimmten Wertebereichen zugeordnet. Die Stärke der Zuordnung jedes einzelnen Werts zu eines Wertebereichs zu einer Kategorie wird durch eine Zugehörigkeitsfunktion festgelegt. In Fig. 5 sind die Zugehörigkeitsfunktionen für verschiedene Kategorien der Drehzahl aufgetragen.

Mit N8 ist die Zugehörigkeitsfunktion für die Drehzahl 800 Umdrehungen pro Minute aufgezeichnet. Diese Drehzahl entspricht der Leerlaufdrehzahl. Mit N10 ist die Zugehörigkeitsfunktion für die Drehzahl 1000 Umdrehungen pro Minute bezeichnet. Mit N20 ist die Zugehörigkeitsfunktion für die Drehzahl 2000 Umdrehungen pro Minute bezeichnet. Mit N30 ist die Zugehörigkeitsfunktion für die Drehzahl 3000 Umdrehungen pro Minute bezeichnet. Mit N40 ist die Zugehörigkeits-

funktion für die Drehzahl 4000 Umdrehungen pro Minute bezeichnet.

Die Zugehörigkeitsfunktionen sind jeweils normiert und nehmen Werte zwischen Null und Eins an. Der Wert 0 gibt an, daß keine Zugehörigkeit zur betrachteten Kategorie vorliegt und der Wert 1 weist auf eine vollständige Zugehörigkeit hin. Als Funktionsverlauf wird üblicherweise die in Fig. 5a dargestellte Dreiecksfunktion gewählt. Wird dagegen eine Rechteckfunktion, wie in Fig. 5b dargestellt, gewählt ergeben sich wesentlich geringere Rechenzeiten.

In der Fuzzy-Logik sind verschiedene Regeln abgelegt. Diese Regeln bestehen aus Erfahrungswerten. Mit diesen Regeln werden die einzelnen Zugehörigkeitsfunktionen der verschiedenen ausgewerteten Signale verknüpft. Anhand dieser Regeln wird abhängig von den verarbeiteten Signalen, der verschiedenen Betriebskenngrößen ein erwarteter Wert UE für die Sonden-spannung ermittelt.

Durch die Verwendung der Fuzzy-Logik ist es möglich die Wirkung von Einflußgrößen auf das Systemverhalten besser als mit konventionellen Methoden zu berücksichtigen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung einer Steuereinrichtung einer Brennkraftmaschine bei dem ein gemessener Wert mit einem erwarteten Wert verglichen wird, dadurch gekennzeichnet, daß in bestimmten Betriebszuständen abhängig von wenigstens einer Betriebskenngröße der erwartete Wert vorgegeben wird, und daß auf Fehler erkannt wird, wenn der gemessene Wert um mehr als ein Schwellwert von dem erwarteten Wert abweicht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch Auswerten wenigstens eines die Drehzahl angegebenden Signals (N) der bestimmte Betriebszustand erkannt wird.
3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in stationären Betriebszuständen ausgehend von dem Drehzahl-signal (N) und einem die eingespritzte Kraftstoffmenge angegebenden Signal (QK) der erwartete Wert (UE) für das Ausgangssignal der Lambdasonde vorgebar ist.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fehler erkannt wird, wenn der erwartete Wert (UE) für das Ausgangssignal der Lambdasonde um mehr als ein Schwellwert (K) von dem gemessenen Wert (U) des Ausgangssignals der Lambdasonde abweicht.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Schubbetrieb ein Fehler erkannt wird, wenn das Ausgangssignal der Lambdasonde einen bestimmten Wert nicht innerhalb eines erwarteten Zeitraums nach Erkennen des Schubbetriebs erreicht.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der erwartete Zeitraum ausgehend von wenigstens einem, die Stellgröße eines die Luftmasse bestimmenden Stellglieds angegebenden, Signals vorgebar ist.
7. Vorrichtung zur Überwachung einer Steuereinrichtung einer Brennkraftmaschine mit Erfassungsmitteln zur Erfassung eines gemessenen Werts, mit Vergleichsmitteln, die den gemessenen Wert mit einem erwarteten Wert vergleichen, dadurch ge-

kennzeichnet, daß erste Mittel zur Erkennung bestimmter Betriebszustände vorgesehen sind, daß zweite Mittel vorgesehen sind, die in den bestimmten Betriebszuständen abhängig von wenigstens einer Betriebskenngröße den erwarteten Wert vorgegeben, und auf Fehler erkennen, wenn der gemessene Wert um mehr als ein Schwellwert von dem erwarteten Wert abweicht. 5

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß als erstes und/oder als zweites Mittel eine Logikeinheit oder ein Beobachter vorgesehen ist. 10

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Logikeinheit eine Fuzzy-Logik vorgesehen ist. 15

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

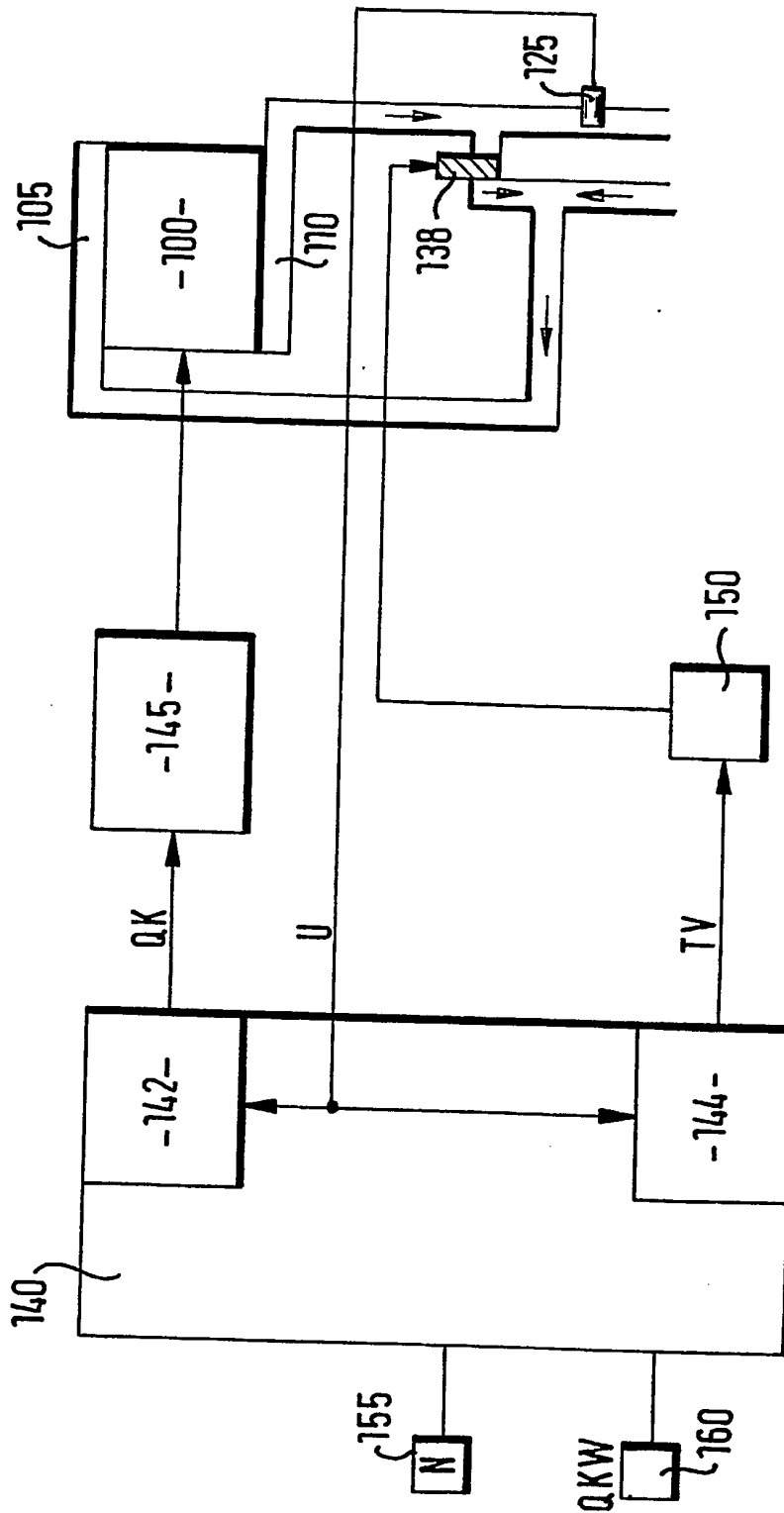
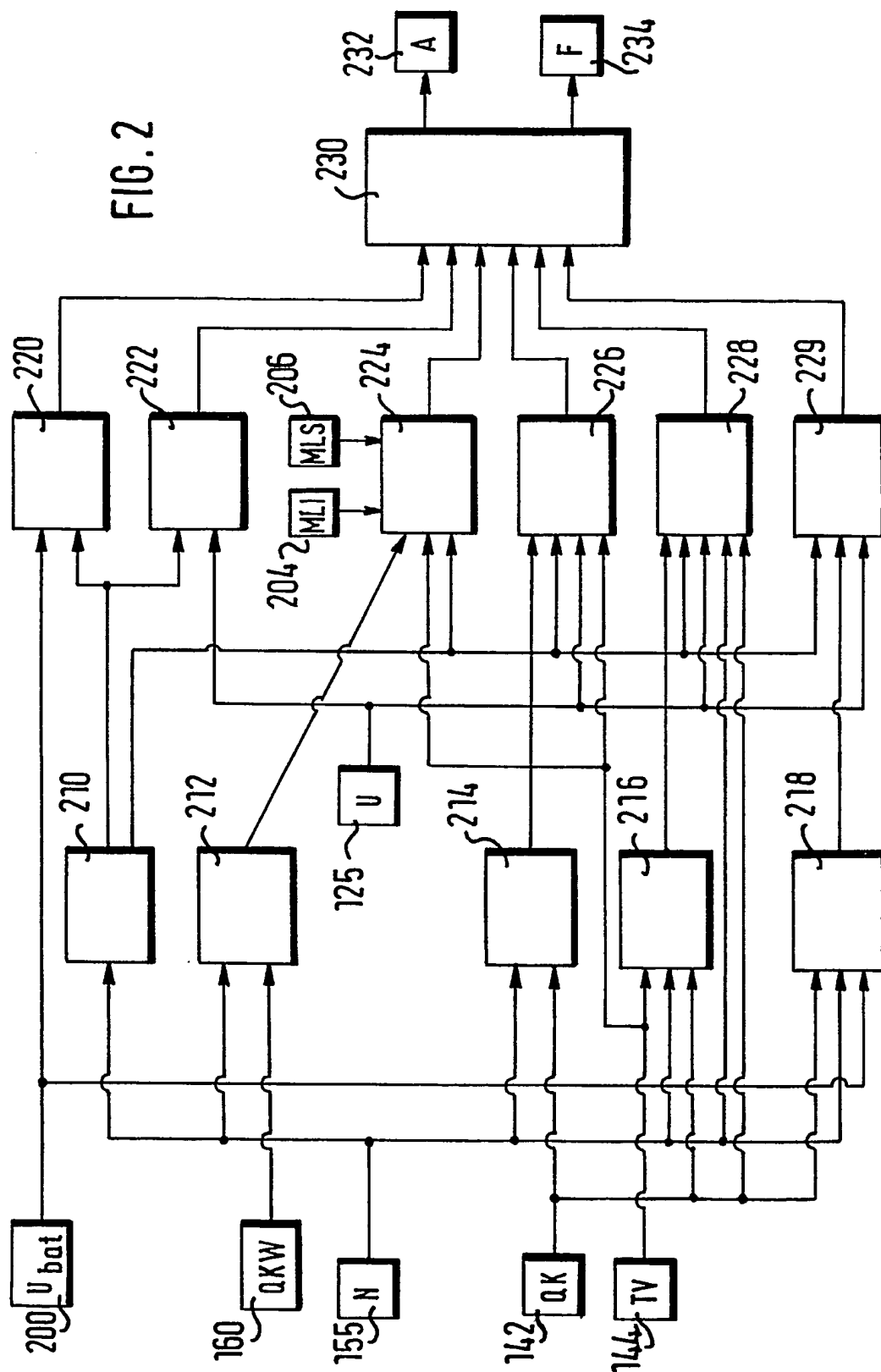


FIG. 2



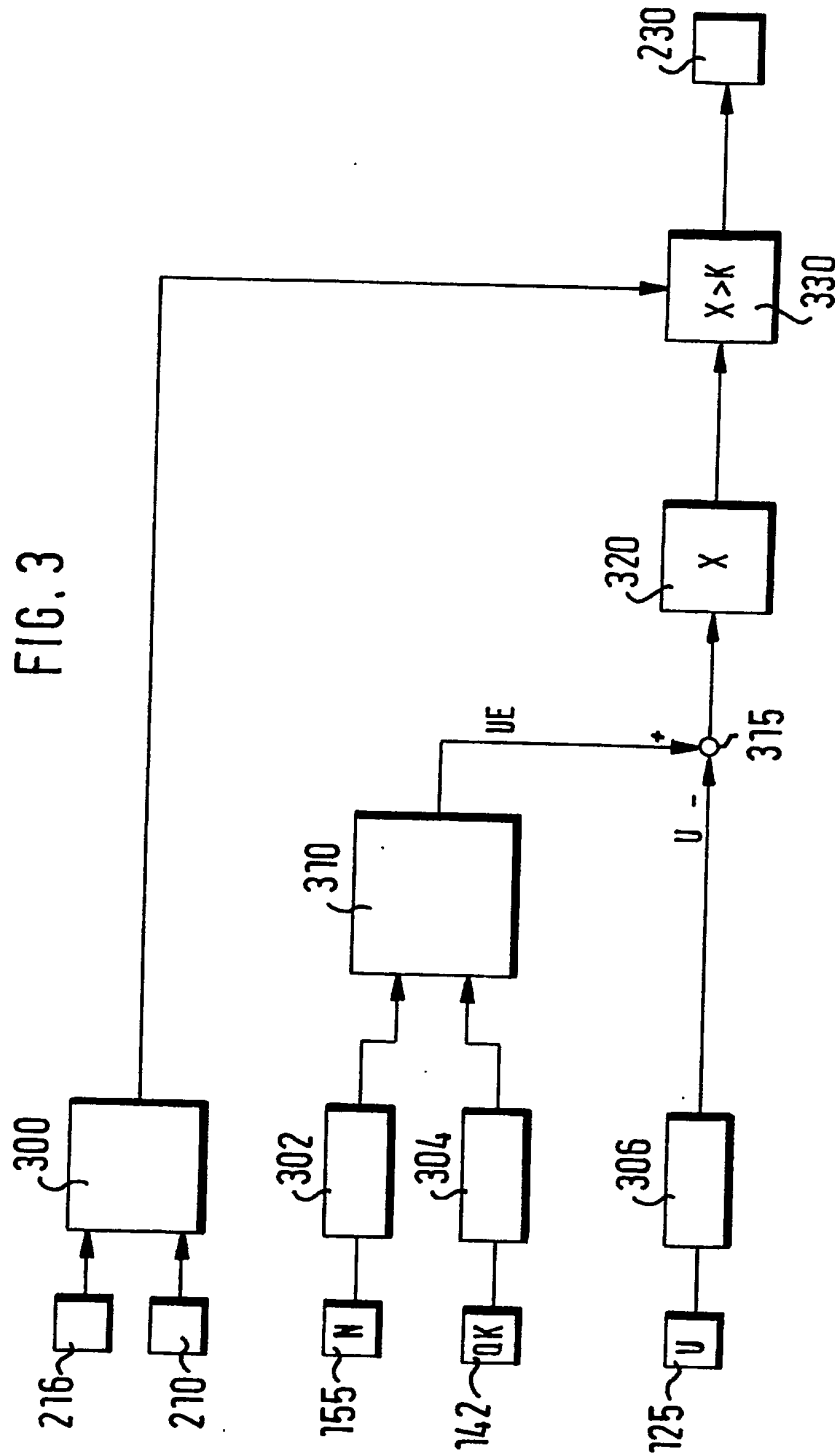


FIG. 4

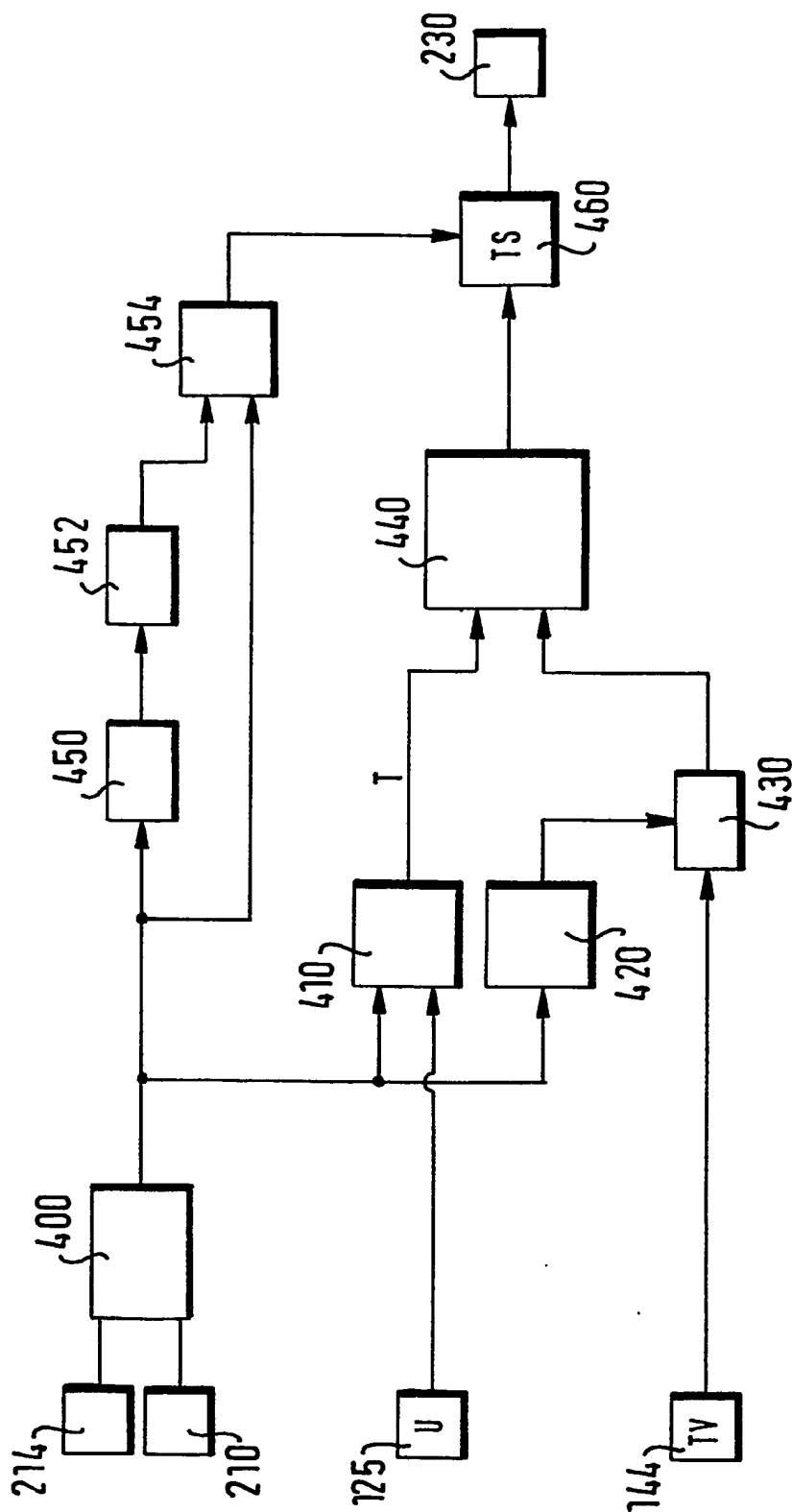
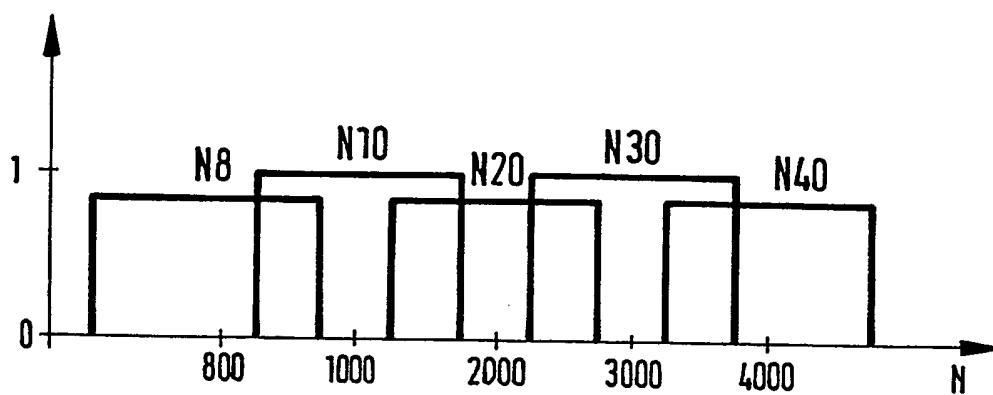
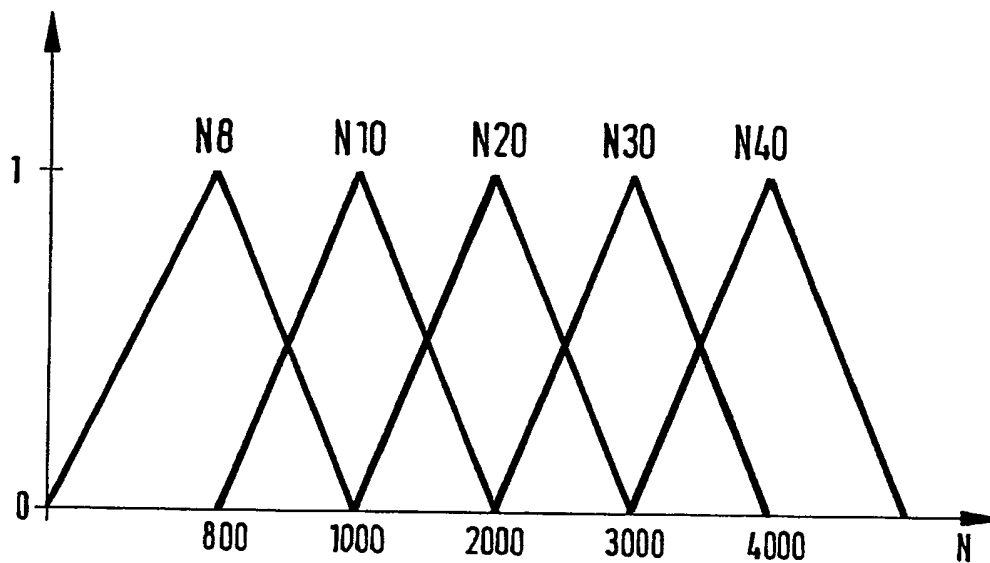


FIG. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)